

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6274942号  
(P6274942)

(45) 発行日 平成30年2月7日(2018.2.7)

(24) 登録日 平成30年1月19日(2018.1.19)

(51) Int. Cl. F 1  
**GO 2 B 13/00 (2006.01)** GO 2 B 13/00  
**GO 2 B 13/18 (2006.01)** GO 2 B 13/18

請求項の数 8 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2014-65344 (P2014-65344)	(73) 特許権者	391014055
(22) 出願日	平成26年3月27日 (2014.3.27)		カンタツ株式会社
(65) 公開番号	特開2015-187675 (P2015-187675A)		栃木県矢板市片岡1150番地23
(43) 公開日	平成27年10月29日 (2015.10.29)	(72) 発明者	橋本 雅也
審査請求日	平成29年2月24日 (2017.2.24)		福島県須賀川市横山町88番地 カンタツ株式会社 須賀川工場内
		審査官	瀬戸 息吹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 5枚の光学素子構成の撮像レンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

固体撮像素子上に被写体の像を結像する5枚の光学素子構成のF値が2.4以下でかつ全画角が70°以上の撮像レンズであって、

(a) 物体側から像側に向かって順に並べられた、第1の光学素子としての物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第1レンズと、第2の光学素子としての像側に凹面を向けた負の屈折力を有する第2レンズとで構成した屈折力が正の第1光学素子群と、

(b) 第3の光学素子としての像側に凸面を向けたメニスカス形状で正の屈折力を有する第3レンズで構成した屈折力が正の第2光学素子群と、

(c) 第4の光学素子としての像側に凹面を向けた負の屈折力を有する両面が非球面の第4レンズで構成した屈折力が負の第3光学素子群とを、前記物体側から前記像側に向かって順に備え、かつ、

(d) 前記第1光学素子群と前記第2光学素子群との間、前記第2光学素子群と前記第3光学素子群との間、または、前記第3光学素子群と前記固体撮像素子の撮像面との間の空気間隔内に配置された、第5の光学素子としての両面が非球面でかつ近軸で両面が平面の収差補正光学素子を備え、

前記第4レンズの像側の面には光軸上以外の位置に少なくとも1つの変極点が形成されており、

以下の条件式(2)および(4b)を満足することを特徴とする5枚の光学素子構成の撮像レンズ。

10

20

$$(2) \quad 40 < dN < 60$$

$$(4b) \quad 0.49 < (t1/f) \times 100 < 1.26$$

ただし、

$dN$  : 収差補正光学素子の  $d$  線に対するアッベ数

$t1$  : 第1レンズと第2レンズの光軸上の空気間隔

$f$  : 撮像レンズ全系の焦点距離

【請求項2】

以下の条件式(1)を満足することを特徴とする請求項1に記載の5枚の光学素子構成の撮像レンズ。

$$(1) \quad 0.1 < TN/f < 0.5$$

10

ただし、

$TN$  : 収差補正光学素子が配置される空気間隔の光軸上の距離

$f$  : 撮像レンズ全系の焦点距離

【請求項3】

以下の条件式(3)を満足することを特徴とする請求項1または2に記載の5枚の光学素子構成の撮像レンズ。

$$(3) \quad 4.0 < (d2/f) \times 100 < 10.0$$

ただし、

$d2$  : 第2レンズの光軸上の厚み

$f$  : 撮像レンズ全系の焦点距離

20

【請求項4】

前記収差補正光学素子の両面に形成された非球面は、物体側、像側ともに、光軸から離れるに従って、物体側へ向かう方向に変化する形状であることを特徴とする請求項1または3に記載の5枚の光学素子構成の撮像レンズ。

【請求項5】

以下の条件式(5)を満足することを特徴とする請求項1または3に記載の5枚の光学素子構成の撮像レンズ。

$$(5) \quad 0.85 < fLG1/f < 1.7$$

ただし、

$fLG1$  : 第1光学素子群の焦点距離  $f$  : 撮像レンズ全系の焦点距離

30

【請求項6】

以下の条件式(6)を満足することを特徴とする請求項1または5に記載の5枚の光学素子構成の撮像レンズ。

$$(6) \quad 0.3 < fLG2/f < 1.4$$

ただし、

$fLG2$  : 第2光学素子群の焦点距離

$f$  : 撮像レンズ全系の焦点距離

【請求項7】

以下の条件式(7)を満足することを特徴とする請求項1または6に記載の5枚の光学素子構成の撮像レンズ。

$$(7) \quad -1.2 < fLG3/f < -0.3$$

ただし、

$fLG3$  : 第3光学素子群の焦点距離

$f$  : 撮像レンズ全系の焦点距離

40

【請求項8】

以下の条件式(8)を満足することを特徴とする請求項1または2に記載の5枚の光学素子構成の撮像レンズ。

$$(8) \quad 0.7 < (r5 + r6) / (r5 - r6) < 6.5$$

ただし、

$r5$  : 第2光学素子群を構成する第3レンズの物体側の面の曲率半径

50

r 6 : 第 2 光学素子群を構成する第 3 レンズの像側の面の曲率半径

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、小型の撮像装置に使用される CCD センサや C-MOS センサの固体撮像素子上に被写体の像を結像させる撮像レンズに関し、特に、小型化、低背化が進むスマートフォンや携帯電話機および PDA (Personal Digital Assistant) やゲーム機、PC などの情報端末機器、更にはカメラ機能が付加された家電製品等に搭載される撮像装置に内蔵する 5 枚の光学素子で構成される撮像レンズに関するものである。

10

【0002】

本発明において、光学素子の内でレンズか否かの分類は、光軸上の屈折力の有無によって分類されるものである。光軸上(近軸)で屈折力の有る光学素子をレンズと呼ぶ。レンズ機能のない光学素子は、全体の焦点距離を変更することなく、周辺部の収差の改善に寄与させることができる。なお、レンズの面形状について、凸面、凹面とは近軸(光軸近傍)における形状を指すものとする。また、非球面に形成される変極点とは、接平面が光軸と垂直に交わる非球面上の点を意味するものとする。

【背景技術】

【0003】

近年、多くの情報端末機器にカメラ機能が搭載されること became 一般的になった。また、カメラ付きの家電製品も登場するようになり、例えばスマートフォンと家電製品とを通信させることで、外出先からでも機器に搭載したカメラを通して自宅の様子をタイムリーに見ることも可能になった。このように、情報端末機器や家電製品にカメラ機能を融合させ、消費者の利便性を高める商品開発は今後も益々進んでいくものと考えられる。このような機器に搭載されるカメラの性能は、高画素化に対応した高い解像力を備えることはもちろんのこと、小型で、低背であり、明るいレンズ系であることに加えて、広い画角に対応することが求められている。

20

【0004】

しかしながら、低背、広画角、さらに明るい撮像レンズを得るには、画面周辺部における収差補正が困難であり、画面全体にわたって良好な光学性能を確保することは難しい。レンズ材料にガラス材料を採用することで、これらの課題をある程度解決することは可能でも、ガラス材料は大量生産に向かないため、低コストで大量に提供するには課題がある。

30

【0005】

従来、広い画角への対応や高性能化を目指した撮像レンズとして、例えば、以下の特許文献 1、2 のような撮像レンズが知られている。

【0006】

特許文献 1 には、物体側から像面側に向かって順に配置された、正の屈折力を有する両凸レンズからなる第 1 レンズと、負の屈折力を有し、像面側のレンズ面が凹面である第 2 レンズと、正の屈折力を有し、像面側のレンズ面が凸面であるメニスカスレンズからなる第 3 レンズと、負の屈折力を有し、両方のレンズ面が非球面形状で、像面側のレンズ面が光軸近傍で凹面である第 4 レンズとを備える撮像レンズが開示されている。

40

【0007】

また、特許文献 2 には、物体側より順に、正の第 1 レンズと、正の第 2 レンズと、負の第 3 レンズ、正の第 4 レンズ、負の第 5 レンズからなる、小型化および諸収差の良好な補正を目指した撮像レンズが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献 1】特開 2010 - 271541 号公報

50

【特許文献2】特開2010-026434号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上記特許文献1に記載の撮像レンズは、光学全長が5.4mm程度で、撮像素子の有効撮像面の対角線の長さに対して0.9倍程度に抑えられた比較的low背化が実現されている。しかし、4枚構成のため収差補正が十分ではない。また、比較的広角化が図られているものの、F値は2.8程度で、近年要求される明るいレンズ系に対応することは困難である。

【0010】

上記特許文献2に記載の撮像レンズは、5枚構成のため、光学全長が7.8mm程度で、撮像素子の有効撮像面の対角線の長さに対して1.1倍程度と長く、これ以上のlow背化には不利な構成である。5枚構成として諸収差を良好に補正しつつ、F値は2.0から2.5程度の明るいレンズ系を実現しているが、最大画角は62°程度までにしか対応できず、またこれ以上の広角化を図ろうとすると画面周辺部における収差補正に課題が残る。

【0011】

このように、従来の技術においては、low背化と広角化に対応し、且つ明るく、高解像度の撮像レンズを得ることは困難であった。

【0012】

本発明は、上述した課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、5枚という構成を採りながらlow背化の要求に十分応え、F2.4以下の明るさと、広い画角に対応しながらも、諸収差が良好に補正された小型の撮像レンズを低コストで提供することにある。

【0013】

なお、ここでいうlow背とは、光学全長が撮像素子の有効撮像面の対角線の長さよりも短いレベルを指しており、広角とは全画角で70°以上のレベルを指している。また、撮像素子の有効撮像面の対角線の長さとは、撮像レンズに入射した最大画角からの光線が撮像面に入射する位置の光軸から垂直な高さ、すなわち最大像高を半径とする有効像円の直径を意味するものとする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の撮像レンズは、固体撮像素子上に被写体の像を結像する5枚の光学素子構成のF値が2.4以下の撮像レンズであって、物体側から像側に向かって順に、第1の光学素子としての物体側に凸面を向けた正の屈折力を有する第1レンズと、第2の光学素子としての像側に凹面を向けた負の屈折力を有する第2レンズとで構成した屈折力が正の第1光学素子群と、第3の光学素子としての像側に凸面を向けた正の屈折力を有する第3レンズで構成した屈折力が正の第2光学素子群と、第4の光学素子としての像側に凹面を向けた負の屈折力を有する両面が非球面の第4レンズで構成した屈折力が負の第3光学素子群とを備えており、前記第4レンズの像側の面には光軸上以外の位置に少なくとも1つの変極点が形成されており、前記第1光学素子群よりも像側の空気間隔内に、第5の光学素子としての実質的に屈折力を有さない両面が非球面の収差補正光学素子を1枚配置して構成したことを特徴とする。

【0015】

上記構成における5枚の光学素子構成の撮像レンズは、正の第1光学素子群と、正の第2光学素子群と、負の第3光学素子群とが物体側から順に配置された、いわゆるテレフォトタイプのパワー配列としているため、low背化に有利な構成になっている。

【0016】

上記5枚の光学素子構成の撮像レンズにおいて、第1光学素子群は、正の第1レンズでlow背化を図り、負の第2レンズで球面収差および色収差を良好に補正する。第2光学素子群は、比較的強い正の第3レンズでlow背化を維持しながらコマ収差、像面湾曲の補正を行う。第3光学素子群は、負の第4レンズによって第3レンズで発生する球面収差の補正を

10

20

30

40

50

行うとともに、像側の面に光軸上以外の位置に少なくとも1つの変極点を有する非球面を形成することで像面湾曲、歪曲収差の補正と主光線が撮像素子に入射する角度を適切に制御する。実質的に屈折力を有さない収差補正光学素子は、両面に形成した非球面形状によって、画面周辺部の収差を良好に補正する。

【0017】

また、上記5枚の光学素子構成の撮像レンズにおいて、第5の光学素子としての実質的に屈折力を有さない収差補正光学素子は、第1光学素子群と第2光学素子群との空気間隔内、第2光学素子群と第3光学素子群との空気間隔内、第3光学素子群と撮像面との空気間隔内の何れかに配置することで、両面に形成した非球面の効果により、特に収差補正光学素子よりも物体側に配置された光学素子群における周辺部の収差を良好に補正することが可能になるため、広い画角から入射する光線に対して収差の改善に有効に機能する。

10

【0018】

また、上記5枚の光学素子構成の撮像レンズは、以下の条件式(1)、(2)を満足することが望ましい。

$$(1) 0.1 < TN / f < 0.5$$

$$(2) 40 < dN < 60$$

ただし、

TN：収差補正光学素子が配置されるレンズ間隔の光軸上の距離

f：撮像レンズ全系の焦点距離

dN：収差補正光学素子のd線に対するアッベ数

20

【0019】

条件式(1)は収差補正光学素子の適切な配置スペースを規定するものであり、低背化を維持しながら周辺部の収差補正を良好に行うための条件である。条件式(1)の上限値を上回る場合、収差補正光学素子を配置するスペースが広くなり過ぎ、低背化が困難になる。一方、下限値を下回る場合は、収差補正光学素子を配置するスペースが狭くなるため、両面に形成する非球面形状に対する制約を受け、良好な収差補正を行う事が困難になる。なお、収差補正光学素子が第4レンズと撮像面との間に配置される場合、条件式(1)における収差補正光学素子が配置されるレンズ間隔の光軸上の距離とは、第4レンズの像側の面と撮像面までの光軸上の距離を指すものとする。

【0020】

条件式(2)は収差補正光学素子の材料に関し、アッベ数を適切な範囲に規定するものであり、条件式(2)を満足する材料、すなわち低分散な材料を採用することによって、周辺部の収差補正を良好に行うことができる。

30

【0021】

また、上記5枚の光学素子構成の撮像レンズは、以下の条件式(3)、(4)を満足することが望ましい。

$$(3) 4.0 < (d2 / f) \times 100 < 10.0$$

$$(4) 0.4 < (t1 / f) \times 100 < 1.5$$

ただし、

d2：第2レンズの光軸上の厚み

t1：第1レンズと第2レンズの光軸上の空気間隔

f：撮像レンズ全系の焦点距離

40

【0022】

条件式(3)は第2レンズの光軸上の厚みを適切に規定するものであり、第2レンズの成型性を良好に保ちつつ、低背化を維持するための条件である。条件式(3)の上限値を上回ると、第2レンズの光軸上の厚さが厚くなり過ぎるため、第2レンズが配置される物体側、および像側の空気間隔の確保が困難になり、その結果、全長の長い光学系になり易い。一方、条件式(3)の下限値を下回ると、第2レンズの光軸上の厚みが薄くなりすぎてしまい、レンズの成型性を損なうこととなる。

【0023】

50

条件式(4)は第1レンズと第2レンズの光軸上の空気間隔を適切な範囲に規定するものであり、低背化と良好な組み立て性を維持するための条件である。条件式(4)の上限値を上回ると、第1レンズと第2レンズの光軸上の間隔が広くなり過ぎ、低背化が困難になるとともに歪曲収差、像面湾曲が増大するため好ましくない。一方、条件式(4)の下限値を下回ると、第1レンズと第2レンズの光軸上の空気間隔が狭くなり過ぎ、組み立て時に第1レンズと第2レンズが接触する危険性が高まる。

【0024】

また、上記5枚の光学素子構成の撮像レンズにおいて、収差補正光学素子の両面に形成された非球面は、物体側、像側ともに、光軸から離れるに従って、物体側へ向かう方向に変化する形状であることが望ましい。このような非球面形状にすることで、収差補正光学素子から出射する光線の角度が抑制され、マージナル光線の収差を抑えることが可能になる。従って、広角化および低F値に伴って増大する周辺部における収差の補正を容易なものにする。

10

【0025】

また、上記5枚の光学素子構成の撮像レンズは、以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$(5) \quad 0.85 < f_{LG1} / f < 1.7$$

ただし、

$f_{LG1}$  : 第1光学素子群の焦点距離

$f$  : 撮像レンズ全系の焦点距離

20

【0026】

条件式(5)は撮像レンズ全系の焦点距離に対する第1光学素子群の焦点距離を適切な範囲に規定するものであり、低背化と色収差補正のための条件である。条件式(5)の上限値を上回る場合、第1光学素子群の正の屈折力が弱くなるため、低背化が困難になる。一方、条件式(5)の下限値を下回る場合、第1光学素子群の正の屈折力が強くなるため、色収差の補正が不十分になる。

【0027】

また、上記5枚の光学素子構成の撮像レンズにおいて、以下の条件式(6)を満足することが望ましい。

$$(6) \quad 0.3 < f_{LG2} / f < 1.4$$

ただし、

$f_{LG2}$  : 第2光学素子群の焦点距離

$f$  : 撮像レンズ全系の焦点距離

30

【0028】

条件式(6)は、撮像レンズ全系の焦点距離に対する第2光学素子群の焦点距離を適切な範囲に規定するものであり、低背化と球面収差、およびコマ収差を補正するための条件である。条件式(6)の上限値を上回る場合、第2光学素子群の正の屈折力が弱くなるため、低背化が困難になる。一方、条件式(6)の下限値を下回る場合、第2光学素子群の正の屈折力が強くなるため、球面収差およびコマ収差の補正が不十分になる。

【0029】

また、上記5枚の光学素子構成の撮像レンズにおいて、以下の条件式(7)を満足することが望ましい。

$$(7) \quad -1.2 < f_{LG3} / f < -0.2$$

ただし、

$f_{LG3}$  : 第3光学素子群の焦点距離

$f$  : 撮像レンズ全系の焦点距離

40

【0030】

条件式(7)は、撮像レンズ全系の焦点距離に対する第3光学素子群の焦点距離を適切な範囲に規定するものであり、低背化と球面収差および色収差を補正するための条件である。条件式(7)の上限値を上回る場合、第3光学素子群の負の屈折力が強くなるため、

50

低背化が困難になる。一方、条件式(7)の下限値を下回る場合、第3光学素子群の負の屈折力が弱くなるため、球面収差および色収差の補正が不十分になる。

【0031】

また、上記5枚の光学素子構成の撮像レンズにおいて、以下の条件式(8)を満足することが望ましい。

$$(8) \quad 0.7 < (r5 + r6) / (r5 - r6) < 6.5$$

ただし、

r5：第2光学素子群を構成する第3レンズの物体側の面の曲率半径

r6：第2光学素子群を構成する第3レンズの像側の面の曲率半径

【0032】

条件式(8)は第2光学素子群を構成する第3レンズの形状を規定するものであり、低背化を維持しつつ、球面収差の補正を良好に行うための条件である。条件式(8)の範囲に規定することで、第3レンズは両凸形状から像側に凸面を向けたメニスカス形状となる。条件式(8)の上限値を上回る場合、第3レンズのメニスカス度が強まることで、第3レンズの像側主点位置が像側に移動するため、光学全長が長くなり低背化が困難になる。さらに、球面収差の発生が過剰になりやすく、第4レンズで補正することが困難になる。一方、条件式(8)の下限値を下回る両凸形状となる場合は、低背化、および球面収差の発生を抑えるには有利だが、第3レンズの像側主点位置が物体側に移動するため、バックフォーカスの確保が困難になる。

【0033】

また、上記5枚の光学素子構成の撮像レンズにおいて、以下の条件式(9)、(10)を満足することが望ましい。

$$(9) \quad fLG1 > fLG2$$

$$(10) \quad fLG2 \quad | \quad fLG3 \quad |$$

ただし、

fLG1：第1光学素子群の焦点距離

fLG2：第2光学素子群の焦点距離

fLG3：第3光学素子群の焦点距離

【0034】

条件式(9)は正の第1光学素子群と正の第2光学素子群の焦点距離の関係を規定するものであり、低背化と諸収差の良好な補正をするための条件である。条件式(9)を満足することで、第1光学素子群の正の屈折力が過剰になることを防止し、第1光学素子群内における収差補正を容易にするとともに、第2光学素子群に強い正の屈折力を与えることで低背化の維持を容易にする。また、条件式(10)は、正の第2光学素子群と負の第3光学素子群の焦点距離の関係を規定するものであり、低背化のために強い正の屈折力を持たせた第3レンズで発生する球面収差を、負の第3光学素子群で補正することを容易にする。

【0035】

また、上記5枚の光学素子構成の撮像レンズにおいて、第1光学素子群内に配置された負の屈折力を有する光学素子のアッペ数を20から30の範囲とし、その他3枚の屈折力を有する光学素子のアッペ数を40から70の範囲で構成することが望ましい。第1光学素子群内に配置された負の光学素子を高分散な材料とすることで、軸上、及び倍率色収差の補正を良好に行うことができる。また、その他3枚の屈折力を有する光学素子に低分散な材料を選択することで倍率色収差の発生を抑制することが容易になる。また、上述したアッペ数の範囲は、すべての屈折力を有する光学素子をプラスチック材料で構成することが可能であることをも示すものであり、低コストな撮像レンズを得ることが可能になる。

【発明の効果】

【0036】

本発明により、低背化の要求に十分応え、F2.4以下の明るさと、広い画角に対応しながらも、諸収差が良好に補正された小型の撮像レンズを低コストで得ることが出来る。

10

20

30

40

50

## 【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】実施例1の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図2】実施例1の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【図3】実施例2の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図4】実施例2の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【図5】実施例3の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図6】実施例3の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【図7】参考例4の撮像レンズの概略構成を示す図である。【図8】参考例4の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

10

【図9】実施例5の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図10】実施例5の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【図11】実施例6の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図12】実施例6の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

【図13】実施例7の撮像レンズの概略構成を示す図である。

【図14】実施例7の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

【0038】

以下、本発明に係る実施形態について図面を参照しながら詳細に説明する。図1、図3、図5、図7、図9、図11、及び図13はそれぞれ、本実施形態の実施例1から3、参考例4、および実施例5から7に係る撮像レンズの概略構成図を示している。いずれも基本的なレンズ構成は同様であるため、ここでは主に実施例1の概略構成図を参照しながら、本実施形態の撮像レンズ構成について説明する。

20

【0039】

図1に示すように、本発明の実施形態に係る5枚の光学素子構成の撮像レンズは、物体側から順に、第1の光学素子としての正の第1レンズL1と第2の光学素子としての負の第2レンズL2とで構成される屈折力が正の第1光学素子群LG1と、第3の光学素子としての正の第3レンズL3で構成される屈折力が正の第2光学素子群LG2と、第4の光学素子としての両面が非球面の第4レンズL4で構成される屈折力が負の第3光学素子群LG3とを備え、第1光学素子群LG1と第2光学素子群LG2との間には、第5の光学素子としての実質的に屈折力を有さない両面が非球面の収差補正光学素子NEが配置されて構成されている。従って、本実施形態の撮像レンズは4枚の屈折力を有する光学素子と、1枚の実質的に屈折力を有さない収差補正光学素子との合計5枚で構成されている。また、上記3つの光学素子群は物体側から順に正、正、負のパワー配列となっており、低背化、すなわち光学全長を短くするために有利な構成になっている。

30

【0040】

第3光学素子群LG3と撮像面IMGとの間には、赤外線カットフィルタ等のフィルタIRが配置されている。なお、このフィルタIRは省略することも可能である。本実施形態に係る撮像レンズの光学全長やバックフォーカスの値はフィルタIRを空気換算した距離として定義している。また、開口絞りSTは第1レンズL1の物体側に配置している。

40

【0041】

上記実施形態において、第1光学素子群LG1は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の比較的強い正の屈折力を有する第1レンズL1で低背化を図り、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負の屈折力を有する第2レンズL2で球面収差および色収差を良好に補正している。第2光学素子群LG2は、像側に凸面を向けたメニスカス形状で比較的強い正の屈折力を有する両面が非球面の第3レンズL3で低背化を図りながらコマ収差、像面湾曲の補正を行っている。第3光学素子群LG3は、物体側及び像側に凹面を向けた両凹形状で負の屈折力を有する両面が非球面の第4レンズL4によって、第3レンズL3で発生する球面収差を効果的に補正しつつ、像面湾曲と歪曲収差の補正を行っている。また、第4レンズL4の像側の面に、光軸上以外の位置に変極点を形成しており、第4レンズL

50



4の屈折力を周辺部で負から正に変化させている。第4レンズL4の屈折力を中心部から周辺部にわたって適切に変化させることによって像面湾曲の補正と主光線が撮像素子に入射する角度を適切に制御している。さらに、近軸で両面が平面であり、実質的に屈折力を有さない両面が非球面の収差補正光学素子NEを第1光学素子群LG1と第2光学素子群LG2との間の空気間隔内に配置することで、両面に形成した非球面により周辺部の収差補正を良好なものとしている。

【0042】

なお、第1光学素子群LG1に配置される第1レンズL1は物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズであれば良く、他の実施例に示すように、物体側及び像側に凸面を向けた両凸形状であっても良い。また、第1光学素子群LG1に配置される第2レンズL2は像側に凹面を向けた負の屈折力を有するレンズであれば良く、図3、図11に示す実施例2、実施例6のように物体側及び像側に凹面を向けた両凹形状であっても良い。また、第2光学素子群LG2を構成する第3レンズL3は像側に凸面を向けたメニスカス形状で正の屈折力のレンズであれば良い。図7に示す参考例4は、物体側及び像側に凸面を向けた両凸形状である。さらに、第3光学素子群LG3を構成する第4レンズL4は、像側に凹面を向けた負の屈折力を有するレンズであれば良く、図5、図11、図13に示す実施例3、実施例6、実施例7のように像側に凹面を向けたメニスカス形状であっても良い。

10

【0043】

また、近軸で平面であり実質的に屈折力を有さない両面が非球面の収差補正光学素子NEが配置される位置は、第1光学素子群LG1よりも像側の空気間隔内であれば良い。図11に示す実施例6では、第2光学素子群LG2と第3光学素子群LG3との間に配置される例であり、図13に示す実施例7では第3光学素子群LG3と撮像面IMGとの間に配置される例である。

20

【0044】

開口絞りSTは第1光学素子群LG1の物体側に配置している。従って、射出瞳位置が撮像面IMGから遠ざかるため、テレセントリック性の確保が容易になっている。

【0045】

上記の実施形態で配置される、実質的に屈折力を有さない収差補正光学素子NEは、近軸では平行平板の形状になっているため、撮像レンズ全系の屈折力に影響を与えることは無く、また第1の光学素子としての第1レンズL1から第4の光学素子としての第4レンズL4の4枚のレンズの屈折力に影響を与えることは無い。従って、焦点距離やレンズの中心厚等のパラメータを変化させることなく、周辺部のみの収差を補正することが可能である。

30

【0046】

また、収差補正光学素子NEの両面に形成された非球面は、物体側、像側ともに、光軸Xから離れるに従って、物体側へ向かう方向に変化する形状に形成されている。このような非球面形状は、収差補正光学素子NEを出射する光線の角度を抑制し、マージナル光線の収差を抑えることを容易にする。従って、広角化および低F値に伴って増大する周辺部の収差を良好に改善する。

40

【0047】

本実施形態における5枚の光学素子構成の撮像レンズは、以下の条件式(1)から(10)を満足することにより、好ましい効果を奏するものである。

$$(1) 0.1 < T_N / f < 0.5$$

$$(2) 40 < d_N < 60$$

$$(3) 4.0 < (d_2 / f) \times 100 < 10.0$$

$$(4) 0.4 < (t_1 / f) \times 100 < 1.5$$

$$(5) 0.85 < f_{LG1} / f < 1.7$$

$$(6) 0.3 < f_{LG2} / f < 1.4$$

$$(7) -1.2 < f_{LG3} / f < -0.3$$

50

$$(8) 0.7 < (r5 + r6) / (r5 - r6) < 6.5$$

$$(9) fLG1 > fLG2$$

$$(10) fLG2 \quad | \quad fLG3 \quad |$$

ただし、

TN：収差補正光学素子NEが配置されるレンズ間隔の光軸X上の距離

f：撮像レンズ全系の焦点距離

dN：収差補正光学素子NEのd線に対するアッペ数

d2：第2レンズL2の中心厚

t1：第1レンズL1と第2レンズL2の光軸上の空気間隔

fLG1：第1光学素子群LG1の焦点距離

fLG2：第2光学素子群LG2の焦点距離

fLG3：第3光学素子群LG3の焦点距離

r5：第2光学素子群を構成する第3レンズL3の物体側の面の曲率半径

r6：第2光学素子群を構成する第3レンズL3の像側の面の曲率半径

【0048】

また、本実施形態における5枚の光学素子構成の撮像レンズは、以下の条件式(1a)から(8a)を満足することにより、より好ましい効果を奏するものである。

$$(1a) 0.2 < TN / f < 0.50$$

$$(2a) 50 < dN < 60$$

$$(3a) 4.2 < (d2 / f) \times 100 < 8.8$$

$$(4a) 0.45 < (t1 / f) \times 100 < 1.4$$

$$(5a) 0.95 < fLG1 / f < 1.55$$

$$(6a) 0.4 < fLG2 / f < 1.3$$

$$(7a) -1.0 < fLG3 / f < -0.4$$

$$(8a) 0.7 < (r5 + r6) / (r5 - r6) < 2.0$$

ただし、各条件式の符号は前の段落での説明と同様である。

【0049】

さらに、本実施形態における5枚の光学素子構成撮像レンズは、以下の条件式(1b)から(8b)を満足することにより、特に好ましい効果を奏するものである。

$$(1b) 0.25 \leq TN / f \leq 0.45$$

$$(2b) 53 \leq dN \leq 58$$

$$(3b) 4.61 \leq (d2 / f) \times 100 \leq 7.95$$

$$(4b) 0.49 \leq (t1 / f) \times 100 \leq 1.26$$

$$(5b) 1.07 \leq fLG1 / f \leq 1.40$$

$$(6b) 0.44 \leq fLG2 / f \leq 1.19$$

$$(7b) -0.93 \leq fLG3 / f \leq -0.45$$

$$(8b) 0.92 \leq (r5 + r6) / (r5 - r6) \leq 1.87$$

ただし、各条件式の符号は前の段落での説明と同様である。

【0050】

条件式(1)を満足することで、収差補正光学素子NEを配置するスペースを適切に確保し、低背化を維持しつつ収差補正光学素子NEに形成する非球面形状の自由度を高め、周辺部の収差補正を良好なものにする。なお、条件式(1)におけるTNについて、収差補正光学素子NEが第3光学素子群LG3を構成する第4レンズL4と撮像面IMGとの間に配置される場合は、収差補正光学素子NEが配置されるレンズ間隔の光軸上の距離とは、第4レンズL4の像側の面と撮像面IMGまでの光軸上の距離を適用するものとする。

【0051】

条件式(2)を満足することで、収差補正光学素子NEは低分散な材料となり、周辺部の収差補正を良好に行う事が可能になる。

【0052】

10

20

30

40

50

条件式(3)を満足することで、第2レンズL2の光軸上の厚さが適切な範囲となり、第2レンズの成型性を良好に保ちながら、低背化を維持することが可能になる。

【0053】

条件式(4)を満足することで、第1レンズL1と第2レンズL2の光軸上の空気間隔が適切な範囲となり、低背化と良好な組み立て性を維持することが可能になる。

【0054】

条件式(5)を満足することで、撮像レンズ全系の焦点距離fに対する第1光学素子群LG1の焦点距離fLG1が適切な範囲となり、低背化と良好な色収差補正が可能になる。

【0055】

条件式(6)を満足することで、撮像レンズ全系の焦点距離fに対する第2光学素子群LG2の焦点距離fLG2が適切な範囲となり、低背化と良好な球面収差およびコマ収差の補正が可能になる。

【0056】

上条件式(7)を満足することで、撮像レンズ全系の焦点距離fに対する第3光学素子群LG3の焦点距離fLG3が適切な範囲となり、低背化と良好な球面収差および色収差の補正が可能になる。

【0057】

条件式(8)を満足することで、第2光学素子群LG2を構成する第3レンズL3の形状が適切なものとなり、低背化と第4レンズL4による球面収差の補正を容易にする。

【0058】

条件式(9)を満足することで、第1光学素子群LG1と第2光学素子群LG2とに配分する正の屈折力が適切なものとなり、低背化が図れる。

【0059】

条件式(10)を満足することで、強い正の屈折力の第2光学素子群LG2を構成する第3レンズL3で発生する球面収差の発生量を抑制し、第3光学素子群LG3による収差補正を容易にする。

【0060】

さらに、本実施形態に係る5枚の光学素子構成の撮像レンズは、第1光学素子群LG1内に配置された負の屈折力を有する光学素子のアッペ数は20から30の範囲であり、その他3枚の屈折力を有する光学素子のアッペ数は40から70の範囲としている。第1光学素子群LG1内に配置された負の光学素子を高分散な材料とすることで、軸上、及び倍率色収差の補正を良好に行い、その他の3枚の屈折力を有する光学素子を低分散な材料とすることで倍率色収差の発生を抑制している。また、このようなアッペ数の範囲は、プラスチック材料で構成することが可能である。さらに、収差補正光学素子NEについても、条件式(2)を満足するプラスチック材料の選択が可能である。従って、低コスト化に対応可能な撮像レンズを実現する。

【0061】

本実施形態では、すべてのレンズ面を非球面で形成している。これらのレンズ面に採用する非球面形状は光軸方向の軸をZ、光軸に直交する方向の高さをH、円錐係数をk、非球面係数をA4、A6、A8、A10、A12、A14、A16としたとき数式1により表わされる。

【0062】

【数1】

$$Z = \frac{\frac{H^2}{R}}{1 + \sqrt{1 - (k+1) \frac{H^2}{R^2}}} + A_4 H^4 + A_6 H^6 + A_8 H^8 + A_{10} H^{10} + A_{12} H^{12} + A_{14} H^{14} + A_{16} H^{16}$$

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 3 】

次に本実施形態に係る撮像レンズの実施例を示す。各実施例において、 $f$  は撮像レンズ全系の焦点距離を、 $Fno$  はFナンバーを、 $\omega$  は半画角を、 $ih$  は最大像高を、 $TLA$  はフィルタIRを除去した際の光学全長をそれぞれ示す。また、 $i$  は物体側から数えた面番号、 $r$  は曲率半径、 $d$  は光軸上のレンズ面間の距離(面間隔)、 $Nd$  は $d$ 線(基準波長)の屈折率、 $\sigma_d$  は $d$ 線に対するアッペ数をそれぞれ示す。なお、非球面に関しては、面番号 $i$ の後に\*(アスタリスク)の符号を付加して示す。

## 【実施例1】

## 【 0 0 6 4 】

基本的なレンズデータを以下の表1に示す。

## 【 0 0 6 5 】

【表 1】

単位mm

f= 4.12  
 Fno= 1.9  
 $\omega(^{\circ})= 35.2$   
 ih= 2.93  
 TLA= 4.91  
 bf= 1.10

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd
1 ( 絞り )	Infinity	Infinity		
2*	1.644	0.748	1.544	55.57
3*	90.000	0.052		
4*	11.613	0.215	1.635	23.91
5*	2.517	0.466		
6*	Infinity	0.633	1.535	56.16
7*	Infinity	0.323		
8*	-8.155	0.503	1.544	55.57
9*	-1.308	0.476		
10*	-6.842	0.397	1.535	56.16
11*	1.697	0.230		
12	Infinity	0.210	1.517	64.20
13	Infinity	0.727		

10

20

像面

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	2	3.07
2	4	-5.11
3	6	2.79
4	10	-2.50

レンズ群データ

レンズ群	レンズ	焦点距離
第 1 光学素子群(LG1)	レンズ1,2	5.70
第 2 光学素子群(LG2)	レンズ3	2.79
第 3 光学素子群(LG3)	レンズ4	-2.50

30

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面
k	4.117E-01	0.000E+00	0.000E+00	-2.373E+00	0.000E+00
A4	-3.212E-03	-1.135E-01	-2.139E-01	-9.186E-02	-1.293E-01
A6	-6.023E-03	3.552E-01	6.165E-01	3.325E-01	2.269E-02
A8	-1.309E-02	-6.586E-01	-9.869E-01	-3.704E-01	-6.079E-02
A10	2.252E-03	8.274E-01	1.112E+00	3.025E-01	5.781E-02
A12	1.951E-02	-6.098E-01	-7.857E-01	-1.589E-01	-2.733E-02
A14	-1.568E-02	1.774E-01	2.355E-01	5.025E-02	0.000E+00
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

40

	第7面	第8面	第9面	第10面	第11面
k	0.000E+00	0.000E+00	-4.298E+00	0.000E+00	-8.721E+00
A4	-9.599E-02	9.295E-03	-5.197E-02	-8.398E-02	-7.147E-02
A6	-2.196E-02	-1.398E-02	5.262E-02	1.240E-02	2.276E-02
A8	-1.083E-02	-2.102E-02	-2.682E-02	3.929E-03	-6.033E-03
A10	5.841E-03	8.422E-03	6.450E-03	-9.315E-04	9.777E-04
A12	0.000E+00	-6.680E-05	-3.728E-04	4.980E-05	-8.205E-05
A14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.803E-06
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

【 0 0 6 6 】

実施例 1 の撮像レンズは、表 8 に示すように条件式 ( 1 ) から ( 1 0 ) の全てを満たしている。

50

## 【0067】

図2は実施例1の撮像レンズについて、球面収差(mm)、非点収差(mm)、歪曲収差(%)を示したものである。球面収差図は、F線(486nm)、d線(588nm)、C線(656nm)の各波長に対する収差量を示している。また、非点収差図にはサジタル像面S、タンジェンシャル像面Tにおけるd線の収差量をそれぞれ示している(図4、図6、図8、図10、図12、図14においても同じ)。図2に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

## 【0068】

また、光学全長は4.91mmであり、5枚構成でありながら低背化が図られている。さらに、約70°の広い画角とF1.9の明るさを達成している。

10

## 【実施例2】

## 【0069】

基本的なレンズデータを以下の表2に示す。

## 【0070】

【表 2】

単位mm

f= 4.12  
 Fno= 1.9  
 $\omega(^{\circ})= 35.2$   
 ih= 2.93  
 TLA= 4.78  
 bf= 1.11

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd	
1 ( 絞り )	Infinity	Infinity			10
2*	1.611	0.763	1.544	55.57	
3*	-10.607	0.029			
4*	-90.000	0.190	1.635	23.91	
5*	2.765	0.436			
6*	Infinity	0.611	1.535	56.16	
7*	Infinity	0.461			
8*	-15.593	0.499	1.544	55.57	
9*	-1.287	0.330			
10*	-4.102	0.397	1.535	56.16	
11*	1.583	0.230			
12	Infinity	0.210	1.517	64.20	20
13	Infinity	0.697			20

像面

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	レンズ群データ	レンズ	焦点距離
1	2	2.63	第 1 光学素子群(LG1)	レンズ1,2	5.11
2	4	-4.22			
3	8	2.55	第 2 光学素子群(LG2)	レンズ3	2.55
4	10	-2.09	第 3 光学素子群(LG3)	レンズ4	-2.09

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面
k	2.568E-01	0.000E+00	0.000E+00	-4.688E+00	0.000E+00
A4	3.935E-04	-7.719E-02	-1.910E-01	-1.032E-01	-1.478E-01
A6	-7.359E-03	3.516E-01	6.296E-01	3.274E-01	1.017E-02
A8	-8.083E-03	-6.794E-01	-9.878E-01	-3.343E-01	-4.083E-02
A10	-4.672E-03	8.398E-01	1.121E+00	2.949E-01	7.088E-02
A12	1.951E-02	-6.098E-01	-7.857E-01	-1.589E-01	-2.733E-02
A14	-1.568E-02	1.774E-01	2.355E-01	5.025E-02	0.000E+00
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

	第7面	第8面	第9面	第10面	第11面
k	0.000E+00	0.000E+00	-4.616E+00	0.000E+00	-1.045E+01
A4	-1.083E-01	1.640E-02	-1.674E-03	-5.630E-02	-7.074E-02
A6	-3.465E-03	-6.561E-03	4.337E-02	9.140E-03	2.387E-02
A8	-1.153E-02	-2.031E-02	-3.028E-02	2.745E-03	-6.641E-03
A10	1.421E-02	7.328E-03	6.221E-03	-6.310E-04	1.006E-03
A12	0.000E+00	-1.084E-03	-3.462E-04	3.133E-05	-7.712E-05
A14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.355E-06
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

【 0 0 7 1 】

実施例 2 の撮像レンズは、表 8 に示すように条件式 ( 1 ) から ( 1 0 ) の全てを満たしている。

## 【 0 0 7 2 】

図 4 は実施例 2 の撮像レンズについて、球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、歪曲収差 (%) を示したものである。図 4 に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

## 【 0 0 7 3 】

また、光学全長は 4 . 7 8 mm であり、5 枚構成でありながら低背化が図られている。さらに、約 7 0 ° の広い画角と F 1 . 9 の明るさを達成している。

## 【 実施例 3 】

## 【 0 0 7 4 】

基本的なレンズデータを以下の表 3 に示す。

## 【 0 0 7 5 】



【表 3】

単位mm

f= 4.19  
 Fno= 2.0  
 $\omega(^{\circ})= 34.7$   
 ih= 2.93  
 TLA= 4.83  
 bf= 1.11

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd	
1 ( 絞り )	Infinity	Infinity			10
2*	1.585	0.669	1.544	55.57	
3*	-31.390	0.024			
4*	5.710	0.206	1.635	23.91	
5*	1.861	0.576			
6*	Infinity	0.488	1.535	56.16	
7*	Infinity	0.371			
8*	-4.732	0.454	1.544	55.57	
9*	-1.338	0.446			
10*	90.000	0.488	1.535	56.16	
11*	1.502	0.230			
12	Infinity	0.210	1.517	64.20	20
13	Infinity	0.743			20

像面

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	レンズ群データ	レンズ	焦点距離
1	2	2.79	第 1 光学素子群(LG1)	レンズ1,2	5.45
2	4	-4.44			
3	8	3.27	第 2 光学素子群(LG2)	レンズ3	3.27
4	10	-2.86	第 3 光学素子群(LG3)	レンズ4	-2.86

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面
k	2.422E-01	0.000E+00	0.000E+00	-3.606E+00	0.000E+00
A4	3.083E-03	-6.884E-02	-2.124E-01	-8.041E-02	-1.359E-01
A6	-6.044E-03	3.406E-01	6.075E-01	3.326E-01	3.874E-03
A8	-7.641E-03	-6.662E-01	-9.807E-01	-3.716E-01	-5.565E-02
A10	1.146E-03	8.367E-01	1.115E+00	3.174E-01	4.841E-02
A12	1.951E-02	-6.098E-01	-7.857E-01	-1.589E-01	-2.733E-02
A14	-1.568E-02	1.774E-01	2.355E-01	5.025E-02	0.000E+00
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

	第7面	第8面	第9面	第10面	第11面
k	0.000E+00	0.000E+00	-3.928E+00	0.000E+00	-7.007E+00
A4	-9.388E-02	6.244E-02	-2.158E-02	-1.297E-01	-8.544E-02
A6	-4.248E-02	-3.247E-02	4.277E-02	2.597E-02	2.733E-02
A8	-7.408E-03	-2.286E-02	-2.700E-02	1.856E-03	-7.062E-03
A10	3.688E-03	9.756E-03	7.239E-03	-8.888E-04	1.044E-03
A12	0.000E+00	-1.882E-05	-5.108E-04	6.383E-05	-7.548E-05
A14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.848E-06
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

【 0 0 7 6 】

実施例 3 の撮像レンズは、表 8 に示すように条件式 ( 1 ) から ( 1 0 ) の全てを満たしている。

## 【 0 0 7 7 】

図 6 は実施例 3 の撮像レンズについて、球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、歪曲収差 (%) を示したものである。図 6 に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

## 【 0 0 7 8 】

また、光学全長は 4 . 8 3 mm であり、5 枚構成でありながら低背化が図られている。さらに、約 7 0 ° の広い画角と F 2 . 0 の明るさを達成している。

## 【 実施例 4 】

## 【 0 0 7 9 】

(参考例 4)

基本的なレンズデータを以下の表 4 に示す。

## 【 0 0 8 0 】

【表4】

単位mm

f= 4.11  
 Fno= 2.0  
 $\omega(^{\circ})= 35.3$   
 ih= 2.93  
 TLA= 4.87  
 bf= 0.97

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd	
1 ( 絞り )	Infinity	Infinity			10
2*	1.763	0.747	1.544	55.57	
3*	-12.640	0.030			
4*	11.398	0.190	1.635	23.91	
5*	2.322	0.501			
6*	Infinity	0.580	1.535	56.16	
7*	Infinity	0.387			
8*	40.964	0.469	1.544	55.57	
9*	-1.715	0.571			
10*	-3.980	0.429	1.535	56.16	
11*	2.103	0.230			
12	Infinity	0.210	1.517	64.20	20
13	Infinity	0.600			20

像面

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	レンズ群データ	レンズ	焦点距離
1	2	2.90	第1光学素子群(LG1)	レンズ1,2	5.73
2	4	-4.63			
3	8	3.04	第2光学素子群(LG2)	レンズ3	3.04
4	10	-2.51	第3光学素子群(LG3)	レンズ4	-2.51

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面
k	2.124E-01	0.000E+00	0.000E+00	-4.827E+00	0.000E+00
A4	2.005E-03	-7.788E-02	-2.160E-01	-1.088E-01	-1.526E-01
A6	-6.992E-03	3.301E-01	6.162E-01	3.191E-01	3.244E-02
A8	-9.355E-03	-6.853E-01	-9.979E-01	-3.254E-01	-7.239E-02
A10	-3.074E-03	8.469E-01	1.122E+00	2.625E-01	4.605E-02
A12	1.951E-02	-6.098E-01	-7.857E-01	-1.589E-01	-2.733E-02
A14	-1.568E-02	1.774E-01	2.355E-01	5.025E-02	0.000E+00
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

	第7面	第8面	第9面	第10面	第11面
k	0.000E+00	0.000E+00	-5.450E+00	0.000E+00	-8.828E+00
A4	-1.391E-01	6.474E-03	-7.912E-03	-8.903E-02	-7.811E-02
A6	-1.487E-02	-4.307E-03	4.796E-02	1.602E-02	2.612E-02
A8	-2.529E-03	-1.908E-02	-2.867E-02	3.065E-03	-6.599E-03
A10	-1.321E-03	7.613E-03	6.169E-03	-5.860E-04	9.215E-04
A12	0.000E+00	-1.022E-03	-3.491E-04	2.797E-06	-6.064E-05
A14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.052E-06
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

【0081】

参考例4の撮像レンズは、表8に示すように条件式(1)から(10)の全てを満たしている。

## 【 0 0 8 2 】

図 8 は参考例 4 の撮像レンズについて、球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、歪曲収差 (%) を示したものである。図 8 に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

## 【 0 0 8 3 】

また、光学全長は 4 . 8 7 mm であり、5 枚構成でありながら低背化が図られている。さらに、約 7 0 ° の広い画角と F 2 . 0 の明るさを達成している。

## 【 実施例 5 】

## 【 0 0 8 4 】

基本的なレンズデータを以下の表 5 に示す。

## 【 0 0 8 5 】

【表 5】

単位mm

f= 3.88  
 Fno= 2.1  
 $\omega(^{\circ})= 36.7$   
 ih= 2.93  
 TLA= 4.43  
 bf= 0.84

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd	
1 ( 絞り )	Infinity	Infinity			10
2*	1.567	0.534	1.544	55.57	
3*	-48.853	0.030			
4*	5.406	0.190	1.635	23.91	
5*	1.924	0.544			
6*	Infinity	0.432	1.535	56.16	
7*	Infinity	0.326			
8*	-6.941	0.367	1.544	55.57	
9*	-1.516	0.783			
10*	-3.800	0.388	1.535	56.16	
11*	2.532	0.160			
12	Infinity	0.210	1.517	64.20	20
13	Infinity	0.541			20

像面

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	レンズ群データ	レンズ	焦点距離
1	2	2.80	第 1 光学素子群(LG1)	レンズ1,2	5.27
2	4	-4.81			
3	8	3.48	第 2 光学素子群(LG2)	レンズ3	3.48
4	10	-2.78	第 3 光学素子群(LG3)	レンズ4	-2.78

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面
k	3.238E-01	0.000E+00	0.000E+00	-2.783E+00	0.000E+00
A4	1.303E-03	-7.482E-02	-2.154E-01	-9.312E-02	-1.565E-01
A6	-1.657E-02	3.419E-01	6.084E-01	3.238E-01	1.970E-02
A8	1.191E-02	-6.905E-01	-1.009E+00	-3.404E-01	-5.748E-02
A10	-1.644E-02	8.565E-01	1.144E+00	2.918E-01	3.412E-02
A12	1.950E-02	-6.098E-01	-7.857E-01	-1.589E-01	-2.733E-02
A14	-1.568E-02	1.774E-01	2.355E-01	5.025E-02	0.000E+00
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

	第7面	第8面	第9面	第10面	第11面
k	0.000E+00	0.000E+00	-4.280E+00	0.000E+00	-1.123E+01
A4	-1.516E-01	1.055E-02	-2.766E-02	-6.504E-02	-6.758E-02
A6	-3.383E-02	-3.004E-02	5.240E-02	1.142E-02	2.173E-02
A8	-1.250E-02	-2.477E-02	-2.761E-02	3.132E-03	-6.288E-03
A10	-1.590E-03	9.263E-03	6.397E-03	-7.375E-04	1.014E-03
A12	0.000E+00	1.102E-03	-1.386E-04	3.586E-05	-8.117E-05
A14	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.424E-06
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

【 0 0 8 6 】

実施例 5 の撮像レンズは、表 8 に示すように条件式 ( 1 ) から ( 1 0 ) の全てを満たしている。

## 【 0 0 8 7 】

図 1 0 は実施例 5 の撮像レンズについて、球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、歪曲収差 (%) を示したものである。図 1 0 に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

## 【 0 0 8 8 】

また、光学全長は 4 . 4 3 mm であり、5 枚構成でありながら低背化が図られている。さらに、約 7 3 ° の広い画角と F 2 . 1 の明るさを達成している。

## 【 実施例 6 】

## 【 0 0 8 9 】

基本的なレンズデータを以下の表 6 に示す。

## 【 0 0 9 0 】

【表 6】

単位mm

f= 3.16  
 Fno= 2.3  
 $\omega(^{\circ})= 35.8$   
 ih= 2.30  
 TLA= 3.68  
 bf= 0.86

## 面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd	
1 ( 絞り )	Infinity	Infinity			10
2*	1.299	0.558	1.544	55.57	
3*	-13.889	0.020			
4*	-13.824	0.251	1.635	23.91	
5*	4.239	0.607			
6*	-1.105	0.378	1.544	55.57	
7*	-0.803	0.020			
8*	Infinity	0.412	1.535	56.16	
9*	Infinity	0.353			
10*	8.717	0.221	1.535	56.16	
11*	1.320	0.220			
12	Infinity	0.210	1.517	64.20	20
13	Infinity	0.502			

像面

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	レンズ群	レンズ	焦点距離
1	2	2.21	第 1 光学素子群(LG1)	レンズ1,2	3.36
2	4	-5.08	第 2 光学素子群(LG2)	レンズ3	3.75
3	6	3.75			
4	10	-2.94	第 3 光学素子群(LG3)	レンズ4	-2.94

## 非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面
k	-3.580E-02	0.000E+00	0.000E+00	1.374E+01	-8.947E-01
A4	-4.195E-02	-3.151E-01	-1.069E-01	2.013E-01	-5.752E-02
A6	2.760E-02	9.279E-01	1.073E+00	2.598E-01	-5.192E-02
A8	-2.923E-01	-3.840E+00	-4.374E+00	-8.222E-01	4.144E-01
A10	-1.964E-03	6.899E+00	8.096E+00	1.373E+00	-6.168E-02
A12	6.800E-01	-6.215E+00	-7.253E+00	-1.230E+00	-2.396E-01
A14	-1.631E+00	2.060E+00	3.012E+00	7.572E-01	0.000E+00
A16	-7.621E-02	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

	第7面	第8面	第9面	第10面	第11面
k	-2.580E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-6.674E+00
A4	-2.408E-01	2.696E-02	-4.295E-02	-2.370E-01	-1.810E-01
A6	1.283E-01	-1.201E-01	-1.950E-02	7.941E-02	9.385E-02
A8	-5.707E-04	7.478E-02	-6.760E-04	1.147E-02	-3.701E-02
A10	9.727E-02	-5.149E-02	-2.919E-03	-9.529E-03	1.094E-02
A12	1.726E-02	0.000E+00	0.000E+00	1.205E-03	-1.899E-03
A14	-6.316E-02	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.301E-04
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

【 0 0 9 1 】

実施例 6 の撮像レンズは、表 8 に示すように条件式 ( 1 ) から ( 1 0 ) の全てを満たしている。

## 【 0 0 9 2 】

図 1 2 は実施例 6 の撮像レンズについて、球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、歪曲収差 (%) を示したものである。図 1 2 に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

## 【 0 0 9 3 】

また、光学全長は 3 . 6 8 mm であり、5 枚構成でありながら低背化が図られている。さらに、約 7 2 ° の広い画角と F 2 . 3 の明るさを達成している。

## 【 実施例 7 】

## 【 0 0 9 4 】

基本的なレンズデータを以下の表 7 に示す。

## 【 0 0 9 5 】



【表 7】

単位mm

f= 3.04  
 Fno= 2.2  
 $\omega(^{\circ})= 37.0$   
 ih= 2.30  
 TLA= 3.78  
 bf= 1.29

面データ

面番号 i (物面)	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 Nd	アッベ数 vd
1 ( 絞り )	Infinity	Infinity		
2*	1.376	0.642	1.544	55.57
3*	-6.877	0.015		
4*	20.780	0.190	1.635	23.91
5*	2.356	0.545		
6*	-2.016	0.766	1.544	55.57
7*	-0.610	0.064		
8*	2.923	0.270	1.535	56.16
9*	0.561	0.238		
10*	Infinity	0.200	1.535	56.16
11*	Infinity	0.210		
12	Infinity	0.210	1.517	64.20
13	Infinity	0.501		

10

20

像面

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	レンズ群	レンズ	焦点距離
1	2	2.17	第 1 光学素子群(LG1)	レンズ1,2	3.59
2	4	-4.20	第 2 光学素子群(LG2)	レンズ3	1.35
3	6	1.35			
4	8	-1.35	第 3 光学素子群(LG3)	レンズ4	-1.35

30

非球面データ

	第2面	第3面	第4面	第5面	第6面
k	4.540E-02	1.943E+01	0.000E+00	5.091E+00	5.710E-01
A4	-5.104E-02	-2.582E-01	-1.939E-01	4.344E-02	2.973E-02
A6	1.173E-01	9.504E-01	1.031E+00	9.404E-02	-2.615E-01
A8	-3.819E-01	-3.813E+00	-4.297E+00	-7.332E-01	3.604E-01
A10	9.045E-03	6.848E+00	8.155E+00	1.596E+00	-1.984E-01
A12	7.462E-01	-6.288E+00	-7.332E+00	-1.432E+00	-1.182E-05
A14	-1.145E+00	2.367E+00	2.903E+00	6.301E-01	0.000E+00
A16	4.398E-11	2.078E-05	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

40

	第7面	第8面	第9面	第10面	第11面
k	-4.387E+00	0.000E+00	-5.466E+00	0.000E+00	0.000E+00
A4	-2.214E-01	-2.930E-01	-1.806E-01	2.284E-02	2.862E-02
A6	1.126E-01	7.071E-02	8.694E-02	-4.013E-03	-3.626E-03
A8	-9.494E-02	1.607E-02	-4.180E-02	-3.028E-04	-5.976E-04
A10	5.552E-02	-9.169E-03	1.181E-02	8.434E-06	2.217E-05
A12	5.303E-02	1.059E-03	-1.612E-03	0.000E+00	0.000E+00
A14	-3.201E-02	0.000E+00	6.331E-05	0.000E+00	0.000E+00
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

【 0 0 9 6 】

実施例 7 の撮像レンズは、表 8 に示すように条件式 ( 1 ) から ( 1 0 ) の全てを満たしている。

50

## 【 0 0 9 7 】

図 1 4 は実施例 7 の撮像レンズについて、球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、歪曲収差 (%) を示したものである。図 1 4 に示すように、各収差は良好に補正されていることが分かる。

## 【 0 0 9 8 】

また、光学全長は 3.78 mm であり、5 枚構成でありながら低背化が図られている。さらに、約 74° の広い画角と F 2.2 の明るさを達成している。

## 【 0 0 9 9 】

以上、説明したように、本発明の実施形態に係る 5 枚の光学素子構成の撮像レンズは、近年益々要求が強まる低背化に対して、4 枚の光学素子で構成される撮像レンズに 1 枚の実質的に屈折力を有さない収差補正光学素子を加えた、5 枚という構成枚数を採りながらも、光学全長が 5.0 mm 以下の小型な光学系を実現する。低背化率を光学全長 T L A と最大像高 i h との比 ( T L A / 2 i h ) で表せば 0.85 以下のレベルを実現する。さらに、全画角で 70° 以上の広い画角と F 2.4 以下の明るさを達成しながらも、諸収差が良好に補正された低コストの撮像レンズを可能にする。

## 【 0 1 0 0 】

表 8 に実施例 1 から 3、参考例 4、および実施例 5 から 7 に係る条件式 ( 1 ) から ( 10 ) の値を示す。

## 【 0 1 0 1 】

## 【表 8】

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	参考例 4	実施例 5	実施例 6	実施例 7
(1) TN/f	0.34	0.37	0.34	0.36	0.34	0.25	0.45
(2)vdN	56.16	56.16	56.16	56.16	56.16	56.16	56.16
(3)(d2/f)*100	5.21	4.61	4.91	4.63	4.90	7.95	6.26
(4)(t1/f)*100	1.26	0.70	0.57	0.73	0.77	0.63	0.49
(5)fLG1/f	1.38	1.24	1.30	1.40	1.36	1.07	1.18
(6)fLG2/f	0.68	0.62	0.78	0.74	0.90	1.19	0.44
(7)fLG3/f	-0.61	-0.51	-0.68	-0.61	-0.72	-0.93	-0.45
(8)(r5+r6)/(r5-r6)	1.38	1.18	1.79	0.92	1.56	6.33	1.87
(9)fLG1>fLG2	5.7>2.79	5.11>2.55	5.45>3.27	5.73>3.04	5.27>3.48	3.36>3.75	3.59>1.35
(10)fLG2≥ fLG3	2.79≥2.5	2.55≥2.09	3.27≥2.86	3.04≥2.51	3.48≥2.78	3.75≥2.94	1.35≥1.35

## 【産業上の利用可能性】

## 【 0 1 0 2 】

本発明の各実施の形態に係る 5 枚構成の撮像レンズは、小型化、低背化が進むスマートフォンや携帯電話機および PDA ( Personal Digital Assistant ) などの携帯端末機器等、ゲーム機や PC などの情報端末機器等、更にはカメラ機能が付加された家電製品等に搭載される撮像装置に内蔵する光学系に適用した場合、当該装置の薄型化への寄与とともにカメラの高性能化を図ることができる。

## 【符号の説明】

## 【 0 1 0 3 】

S T 開口絞り

L G 1 第 1 光学素子群

L G 2 第 2 光学素子群

L G 3 第 3 光学素子群

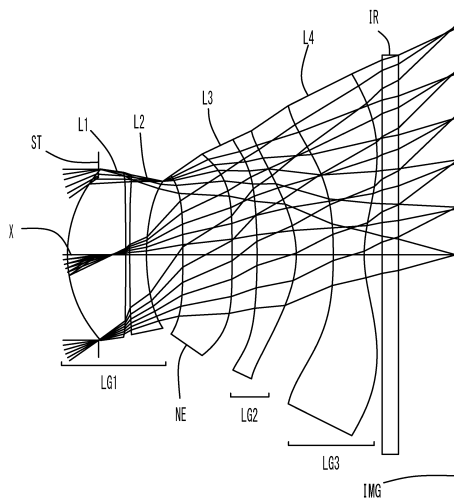
L 1 第 1 レンズ

L 2 第 2 レンズ

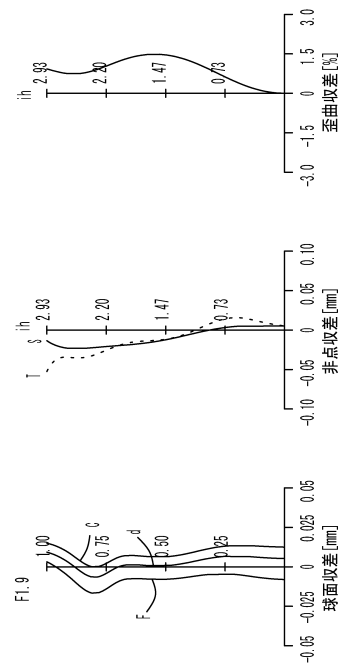
L 3 第 3 レンズ

L 4 第 4 レンズ  
N E 収差補正光学素子  
I R フィルタ  
I M G 撮像面

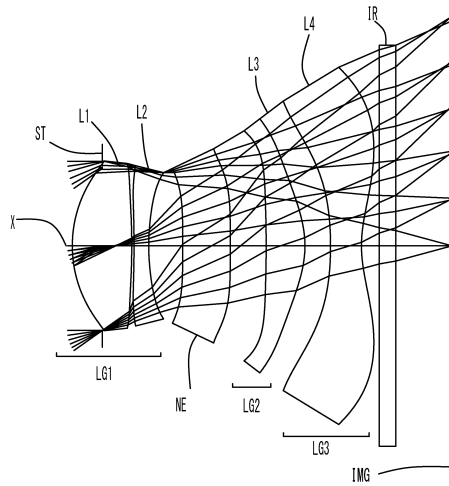
【 図 1 】



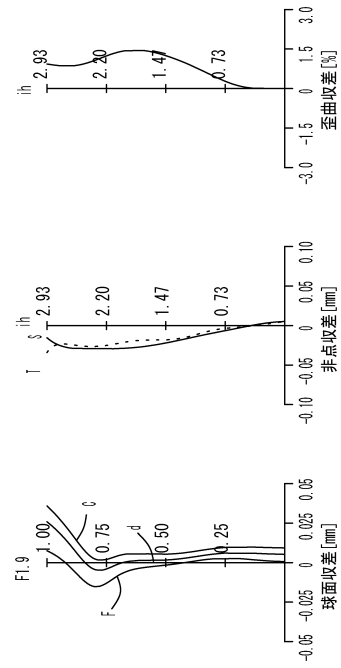
【 図 2 】



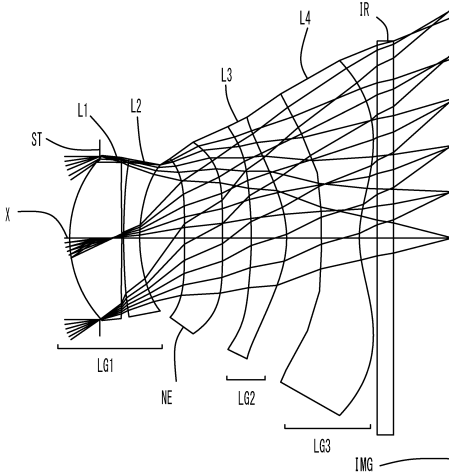
【 図 3 】



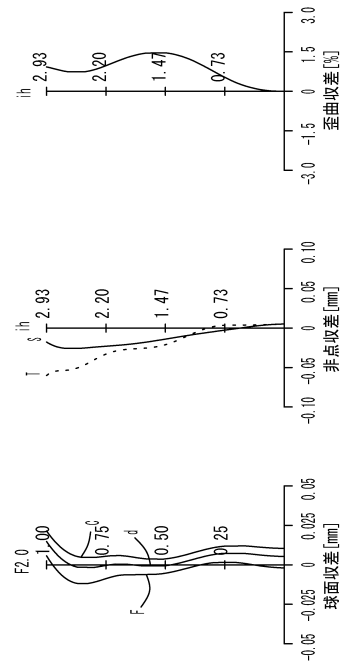
【 図 4 】



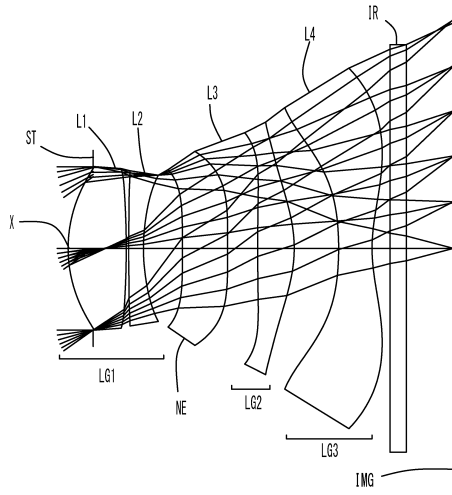
【 図 5 】



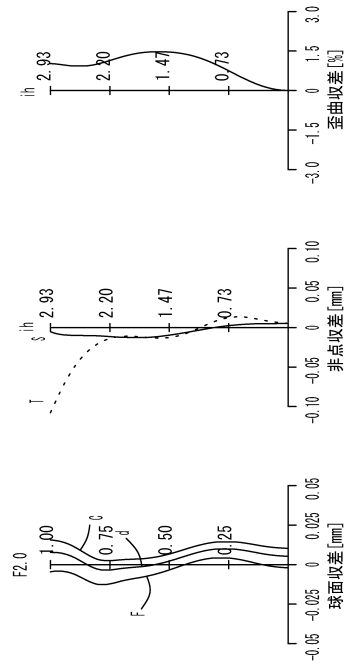
【 図 6 】



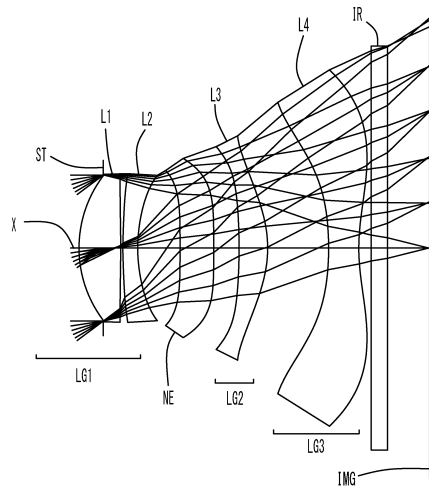
【 図 7 】



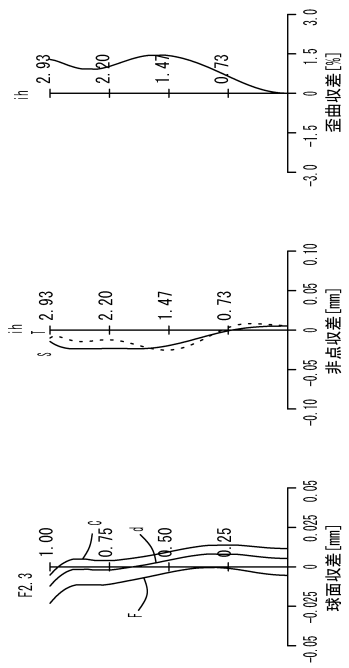
【 図 8 】



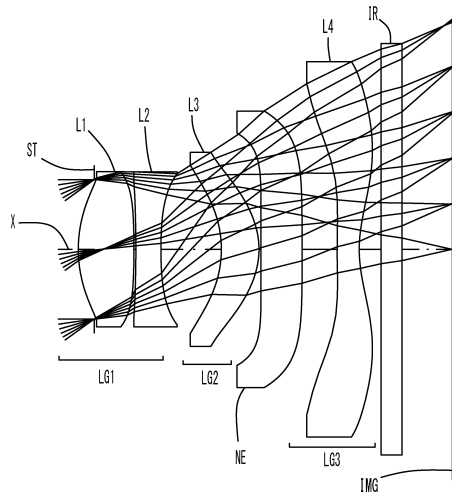
【 図 9 】



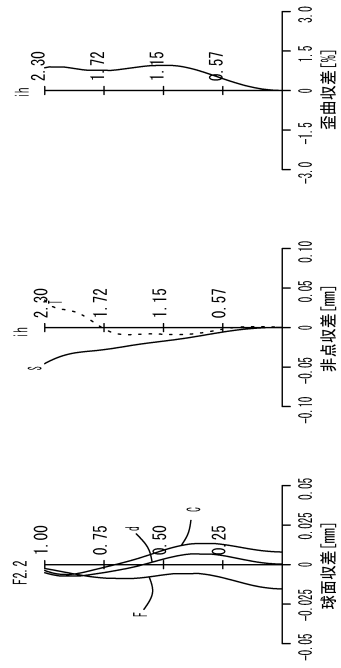
【 図 10 】



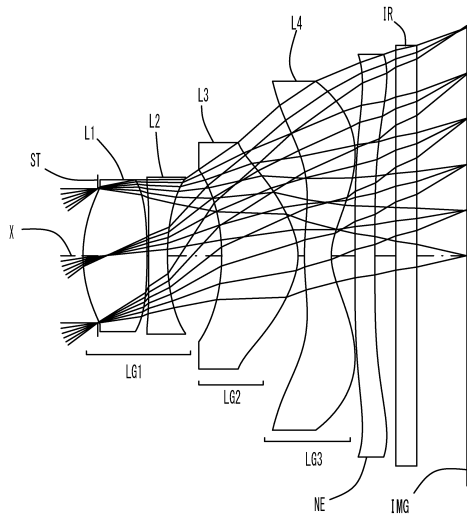
【図 1 1】



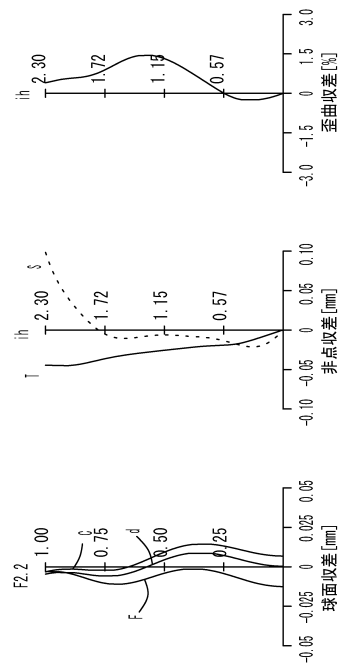
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-109085(JP,A)  
国際公開第2010/024198(WO,A1)  
米国特許出願公開第2013/0176469(US,A1)  
特開2012-177852(JP,A)  
米国特許出願公開第2012/0218647(US,A1)  
特開2014-010331(JP,A)  
米国特許出願公開第2014/0002909(US,A1)  
特開2014-041388(JP,A)  
米国特許出願公開第2012/0194920(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08  
G02B 21/02 - 21/04  
G02B 25/00 - 25/04